



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 31 323 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 13/66**  
B 60 T 8/00

②① Aktenzeichen: 101 31 323.3  
②② Anmeldetag: 28. 6. 2001  
④③ Offenlegungstag: 2. 5. 2002

DE 101 31 323 A 1

⑥⑤ Innere Priorität:  
100 36 245. 1 26. 07. 2000  
  
⑦① Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

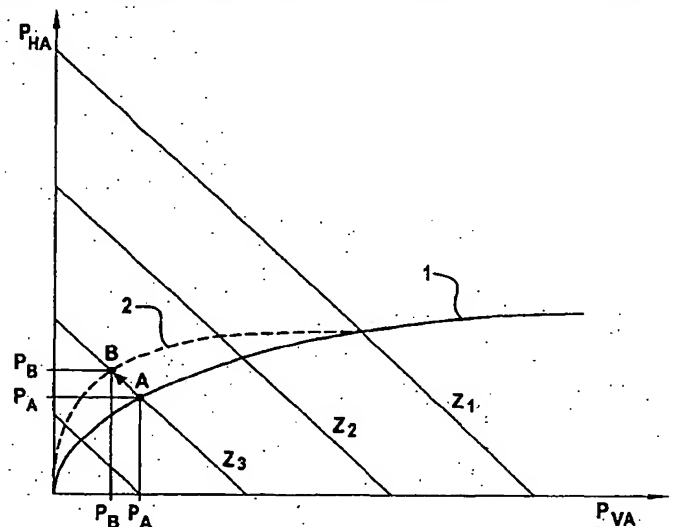
⑦② Erfinder:  
Eckert, Alfred, 55129 Mainz, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Kompensation oder Vermeidung des Rucks beim Abbremsen eines Fahrzeugs bis zum Stillstand

⑤⑦ Zur Verbesserung des Regelverhaltens einer Bremsanlage, nämlich zur Kompensation oder Vermeidung eines Anhalterucks beim Abbremsen eines Fahrzeugs bis zum Stillstand, wird beim Erreichen oder Unterschreiten eines Grenzwertes der Fahrzeug-Geschwindigkeit eine Sonderregelung in Funktion gesetzt, die den Bremsdruck- oder Bremskraftverlauf bis zum Anhalten des Fahrzeugs beeinflusst und zum Verhindern des Anhalterucks dient. Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass beim Unterschreiten des Geschwindigkeits-Grenzwertes die Bremskraftverteilung auf die Vorderachse und Hinterachse in bestimmter Weise verändert wird. Sobald das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist, wird die Änderung der Bremskraftverteilung wieder aufgehoben.



DE 101 31 323 A 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens einer Bremsanlage durch Kompensation oder Vermeidung eines Anhalterucks beim Abbremsen eines Fahrzeugs bis zum Stillstand.

**[0002]** Beim Abbremsen eines Fahrzeugs bis zum Stillstand mit Hilfe der Betriebsbremse tritt häufig ein Anhalteruck auf, der in vielen Situationen, z. B. beim Anhalten an Ampeln, beim Stop-And-Go-Betrieb in einem Stau oder stockendem Verkehr als störend empfunden wird. Die Ursachen dieser bekannten Erscheinung sind verschiedenartig und oft nicht eindeutig zu erklären. Vermutlich wird der Anhalteruck durch eine starke Erhöhung des Kraftschlusses zwischen dem Reifen und der Fahrbahn und/oder zwischen dem Bremsbelag und der Bremsscheibe, also zwischen den Reibbelägen der Bremse, bei kleinen Differenzgeschwindigkeiten oder kleiner Fahrzeuggeschwindigkeit hervorgerufen. Diese Ursachen führen zu einem plötzlichen Kraftanstieg an den Rädern, zu erhöhter Verzögerung und zu einem stärkeren Einfedern oder Nicken des Fahrzeugs.

**[0003]** Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, das Verhalten oder Regelverhalten einer Bremsanlage beim Abbremsen des Fahrzeugs bis zum Stillstand zu verbessern, mit dem Ziel, den Anhalteruck zu kompensieren oder das Entstehen eines Anhalterucks zu verhindern.

**[0004]** Es hat sich herausgestellt, dass diese Aufgabe durch das im beigefügten Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst werden kann, dessen Besonderheit darin besteht, dass während des Abbremsvorganges beim Erreichen oder Unterschreiten eines Grenzwertes der Fahrzeuggeschwindigkeit oder der Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit eine Sonderregelung in Funktion gesetzt wird, die den Bremsdruckverlauf oder Bremskraftverlauf bis zum Anhalten des Fahrzeugs beeinflusst und zum Verhindern des Anhalterucks dient.

**[0005]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass beim Unterschreiten einer bestimmten, niedrigen Fahrzeug-Grenzgeschwindigkeit von z. B. 5 km/h eine Sonderregelung des Bremsdruckes oder der Bremskraft an den einzelnen Rädern erforderlich ist, um den Anhalteruck zu kompensieren oder zu vermeiden.

**[0006]** Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die durch Sonderregelung ein Eingriff in die vorgegebene Verteilung der Bremskraft auf die Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs herbeigeführt, derart, dass bei Beibehaltung der vorgegebenen Fahrzeugverzögerung der Anteil der Hinterachse (d. h. der Hinterräder) am Abbremsvorgang erhöht und der Anteil der Vorderachse (d. h. der Vorderräder) am Abbremsvorgang verringert wird; bei annäherndem oder völligem Stillstand des Fahrzeugs wird dann die Änderung der Bremskraftverteilung bzw. die Abweichung von der vorgegebenen Bremskraftverteilung wieder aufgehoben.

**[0007]** Nach einem anderen Ausführungsbeispiel werden durch die Sonderregelung unter Beibehaltung der vorgegebenen Bremskraftverteilung der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Vorderachse und/oder der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Hinterachse kurzzeitig, d. h. für eine zur Kompensation des Anhalterucks ausreichende Zeitspanne, verringert.

**[0008]** Nach einer weiteren Ausführungsart der Erfindung ist es vorgesehen, durch die Sonderregelung einen Eingriff in die vorgegebene Bremskraftverteilung vorzunehmen, derart, dass der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Vorderachse kurzzeitig reduziert und der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Hinterachse oder der Anteil der Hinterachse bei der Aufteilung der Bremskraft beibehalten wird;

bei annäherndem oder völligem Stillstand des Fahrzeugs wird dann die Änderung der Bremskraftverteilung wieder aufgehoben.

**[0009]** Einige weitere vorteilhafte Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in weiteren Unteransprüchen beschrieben.

**[0010]** Da Bremsanlagen heutiger und künftiger Bauart ohnehin in steigendem Maße mit Regelungselementen zur Bremsdruck- oder Bremskraftregelung ausgerüstet werden und da die Regelungsmöglichkeiten bei modernen Systemen oder künftigen Systemen noch erweitert und verbessert werden, dürfte es möglich sein, den Anhalteruck mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ohne nennenswerten Mehraufwand und ohne Inkaufnahme von Nachteilen anderer Art zu verwirklichen.

**[0011]** Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Abbildungen hervor.

**[0012]** Es zeigen:

**[0013]** Fig. 1 im Diagramm den Verlauf der Bremskraftverteilung auf Vorder- und Hinterachse in Abhängigkeit von der Abbremsung des Fahrzeugs im Standardfall und als Folge einer Ausführungsart der Sonderregelung nach der Erfindung,

**[0014]** Fig. 2 ein gleiches Diagramm und in gleicher Darstellungsweise wie in Fig. 1 eine Standardbremskraftverteilung sowie die Auswirkung der Sonderregelung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**[0015]** Fig. 3 ein gleiches Diagramm und in gleicher Darstellungsweise wie in Fig. 1 und 2 den Kurvenverlauf bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**[0016]** Fig. 4 in gleicher Darstellungsweise eine weitere Variante und

**[0017]** Fig. 5 als Prinzipdarstellung und in Form von Diagrammsymbolen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0018]** Die beigefügten Abbildungen dienen zur Veranschaulichung der Wirkungsweise mehrerer Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens. In allen Fällen ist die Auswirkung der Sonderregelung nach dem Unterschreiten eines Geschwindigkeits-Grenzwertes in der Größenordnung von z. B. 5 km/h wiedergegeben. Bis zum Anhalten des Fahrzeugs bestimmt die Sonderregelung den Bremsdruck- oder Bremskraftverlauf und/oder die Bremskraftverteilung auf die Vorder- und Hinterachse, d. h. auf die Vorderräder und auf die Hinterräder.

**[0019]** Im Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 1 wird zur Kompensation oder Vermeidung des Anhalterucks beim Unterschreiten eines vorgegebenen Geschwindigkeits-Grenzwertes die vorgegebene, "normale" Bremskraftverteilung (Kurve 1) durch die als gestrichelte Kurve 2 dargestellte Bremskraftverteilungskennlinie ersetzt. Bei einem Bremsvorgang mit dem Arbeitspunkt A ändert sich durch die Sonderregelung die Bremskraftverteilung in Richtung zu einem Arbeitspunkt B. Die Verzögerung  $z$  des Fahrzeugs, die durch die Bremspedalbetätigung bzw. durch den Fahrerbremswunsch vorgegeben ist (die Kennlinien  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$  geben Ebenen gleicher Verzögerung wieder), bleibt in diesem Ausführungsbeispiel konstant. Der Beitrag der Hinterachse ( $P_{HA}$ ) bzw. der Hinterräder, in deren Radbremsen der Bremsdruck  $P_B$  eingesteuert wird, zur Abbremsung wird erhöht, der Beitrag der Vorderachse ( $P_{VA}$ ) oder Vorderräder wird dagegen verringert.

**[0020]** Sobald das Fahrzeug zum Stillstand gelangt ist, wird die Sonderregelung wieder beendet, so dass wiederum die normale Bremskraftverteilung entsprechend der Kurve 1 gilt.

**[0021]** Fig. 2 zeigt die gleichen Kurven wie Fig. 1. In dem

Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 wird jedoch infolge der Sonderregelung der Arbeitspunkt A auf der Kennlinie 1 zum Arbeitspunkt B verschoben. In diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird somit der Bremsdruck in den Vorderrädern und in den Hinterrädern von ursprünglich  $P_A$  zu  $P_B$  verringert, die ursprüngliche, d. h. vorgegebene, "normale" Bremskraftverteilung (Kurve 1) wird beibehalten und somit die Verzögerung des Fahrzeugs oder die Abbremsung zugunsten der Kompensation oder Vermeidung des Anhalterucks geringfügig verringert.

[0022] Im Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 3 führt wiederum das Einsetzen der Sonderregelung zu einer Änderung der Bremskraftverteilung. Im Unterschied zum Beispiel nach Fig. 1 wird hier jedoch der Bremsdruck in den Hinterrädern auf dem Wert  $P_A$  gehalten, dagegen der Bremsdruck in den Vorderrädern auf  $P_B$  gesenkt. Auch auf diese Weise lässt sich der Anhalteruck kompensieren.

[0023] Schließlich wird durch Fig. 4 noch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht, bei dem als Folge der einsetzenden Sonderregelung sowohl die Bremskraftverteilung geändert als auch die Verzögerung des Fahrzeugs reduziert werden. Die durch den Pfeil symbolisierte Verschiebung des Arbeitspunktes von A auf der Kennlinie 1 nach B auf der Kennlinie 2 zeigt diesen Eingriff ins Bremsgeschehen.

[0024] Das Grundprinzip der Erfindung ist auch der symbolischen Darstellung der Regelstrecke und der Auswirkungen der Sonderregelung auf den Bremsdruckverlauf nach Fig. 5 zu entnehmen.

[0025] Wie die Regelstrecke in Fig. 5 veranschaulicht, ist Eingangsgröße der Regelstrecke ein von dem Fahrerwunsch abgeleiteter, von der vorgegebenen Bremskraftverteilung BKV abhängiger Sollruck  $P_{\text{Soll, Fahrer}}$ , aus dem in einer Stufe 3 eine bestimmte Radverzögerung  $\ddot{\omega}_{\text{soll}}$  errechnet wird. Dieser Sollwert der Radverzögerung  $\ddot{\omega}_{\text{soll}}$  sowie die tatsächliche, gemessene Radgeschwindigkeit  $\dot{\omega}_{\text{mess}}$  oder Radverzögerung  $\ddot{\omega}_{\text{mess}}$  werden in einem Regler 4 zur Einsteuerung eines bestimmten Bremsdruckes  $P_{\text{Rad}}$  ausgewertet.

[0026] Ein symbolisches Diagramm 5 in Fig. 5 bringt zum Ausdruck, dass erfindungsgemäß die Sollrad-Radverzögerung  $\ddot{\omega}_{\text{soll}}$  bis zum Stillstand des Fahrzeugs konstant gehalten wird. Die durch Messung gewonnene Radverzögerung  $\ddot{\omega}_{\text{mess}}$ , die als Folge der den Anhalteruck auslösenden Abläufe während des hier betrachteten Abbremsvorgangs ansteigt, ist symbolisch in einem Diagramm 6 wiedergegeben. Durch entsprechende Modulation des Bremsdruckes  $P_{\text{Rad}}$ , der in Fig. 5 durch ein Symbol 7 angedeutet ist, und/oder der Bremskraftverteilung wird der gewünschte Verzögerungsverlauf  $\ddot{\omega}_{\text{soll}}$  (Symbol 5) erreicht und damit die Entstehung eines Anhalterucks verhindert.

[0027] Grundsätzlich kann zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Radverzögerung oder eine von den am Rad angreifenden Kräften abhängige Größe ausgewertet werden. Die Radverzögerung lässt sich relativ einfach durch bekannte Raddrehzahlsensoren ermitteln. Sensoren zur Messung der am Rad oder am Reifen auftretenden Kräfte und Verformungskräfte sind z. B. unter der Bezeichnung "SWT"-Sensoren (Side-Wall-Torsion) bekannt oder in der Entwicklung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation oder Vermeidung des Rucks beim Abbremsen eines Kraftfahrzeugs bis zum Stillstand, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Abbremsvorganges beim Erreichen oder Unterschreiten eines Grenzwertes der Fahrzeuggeschwindigkeit

keit oder der Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit eine Sonderregelung in Funktion gesetzt wird, die den Bremsdruckverlauf oder Bremskraftverlauf bis zum Anhalten des Fahrzeugs beeinflusst und zum Verhindern des Anhalterucks dient.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert der Fahrzeuggeschwindigkeit, bei dessen Unterschreiten die Sonderregelung einsetzt, in einem Bereich zwischen etwa 7–3 km/h, vorzugsweise bei etwa 5 km/h liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonderregelung einen Eingriff in die vorgegebene Verteilung der Bremskraft auf die Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs herbeiführt, derart, dass bei Beibehaltung der vorgegebenen Fahrzeugverzögerung (z) der Anteil der Hinterachse (d. h. der Hinterräder) am Abbremsvorgang erhöht und der Anteil der Vorderachse (d. h. der Vorderräder) am Abbremsvorgang verringert wird, und dass bei annäherndem oder völligem Stillstand des Fahrzeugs die Änderung der Bremskraftverteilung bzw. die Abweichung von der vorgegebenen Bremskraftverteilung wieder aufgehoben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Sonderregelung unter Beibehaltung der vorgegebenen Bremskraftverteilung (z) der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Vorderachse und/oder der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Hinterachse kurzzeitig, d. h. für eine zur Kompensation des Anhalterucks ausreichende Zeitspanne, verringert werden.

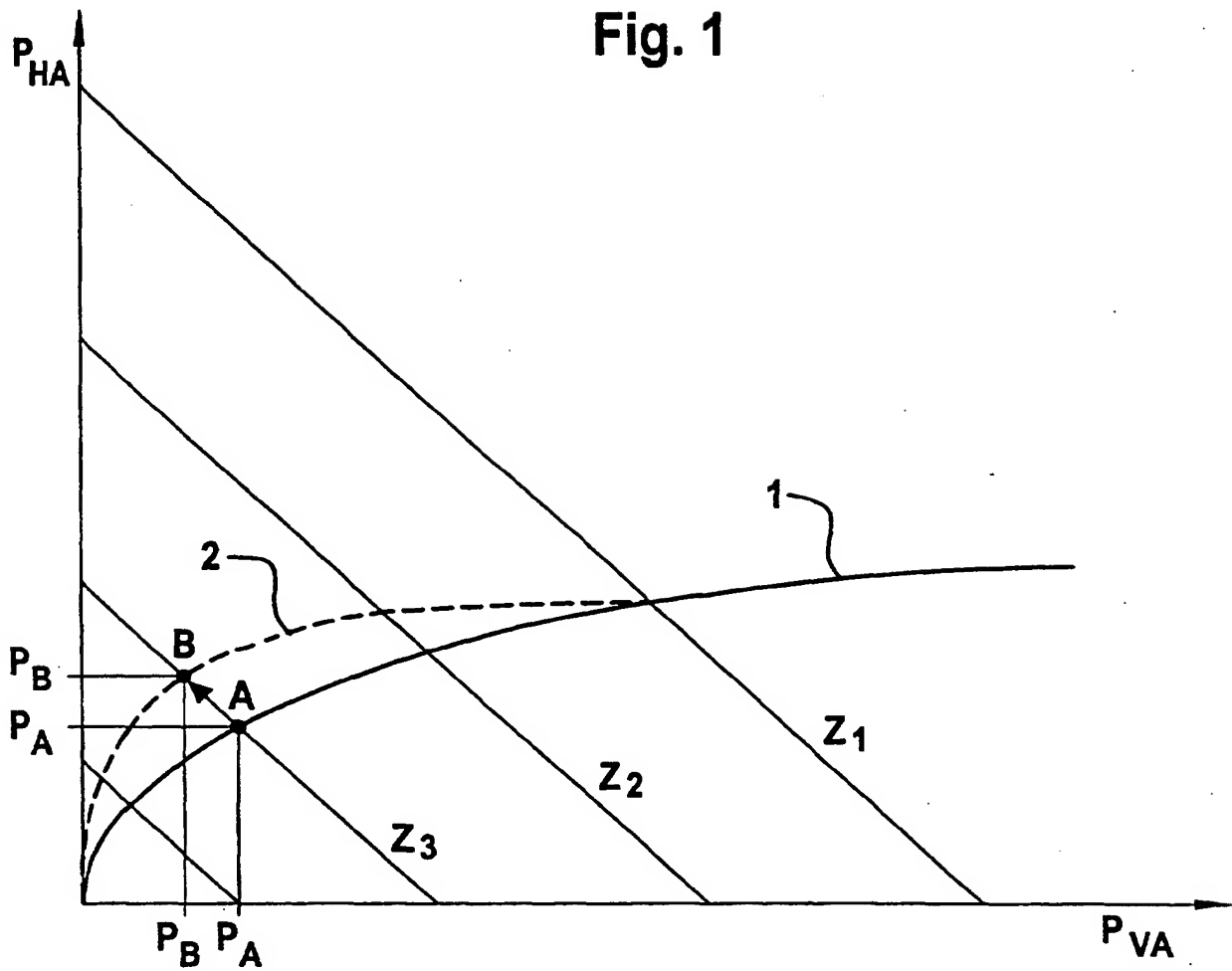
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Sonderregelung ein Eingriff in die vorgegebene Bremskraftverteilung erfolgt, derart, dass der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Vorderachse kurzzeitig reduziert und der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Hinterachse oder der Anteil der Hinterachse bei der Aufteilung der Bremskraft beibehalten wird und dass bei annäherndem oder völligem Stillstand des Fahrzeugs die Änderung der Bremskraftverteilung wieder aufgehoben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Sonderregelung der Bremsdruck oder die Bremskraft an der Vorderachse und an der Hinterachse kurzzeitig, d. h. für eine zur Vermeidung des Anhalterucks ausreichende Zeitspanne, reduziert wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonderregelung durch Beeinflussen oder Regeln des Bremsdruckes oder der Bremskraft eine Konstanthaltung der Radverzögerung bis zum völligen Stillstand oder annähernden Stillstand des Rades hervorruft.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



**Fig. 2**

The graph illustrates the relationship between  $P_{HA}$  (vertical axis) and  $P_{VA}$  (horizontal axis). Three parallel, downward-sloping lines are labeled  $Z_1$ ,  $Z_2$ , and  $Z_3$ . A solid curve labeled 1 and a dashed curve labeled 2 are shown. Point A is located on curve 1 at the intersection with line  $Z_2$ , corresponding to  $P_A$  on both axes. Point B is located on curve 1 at the intersection with line  $Z_3$ , corresponding to  $P_B$  on both axes. Arrows indicate a path from A to B and from B to A.

Fig. 3

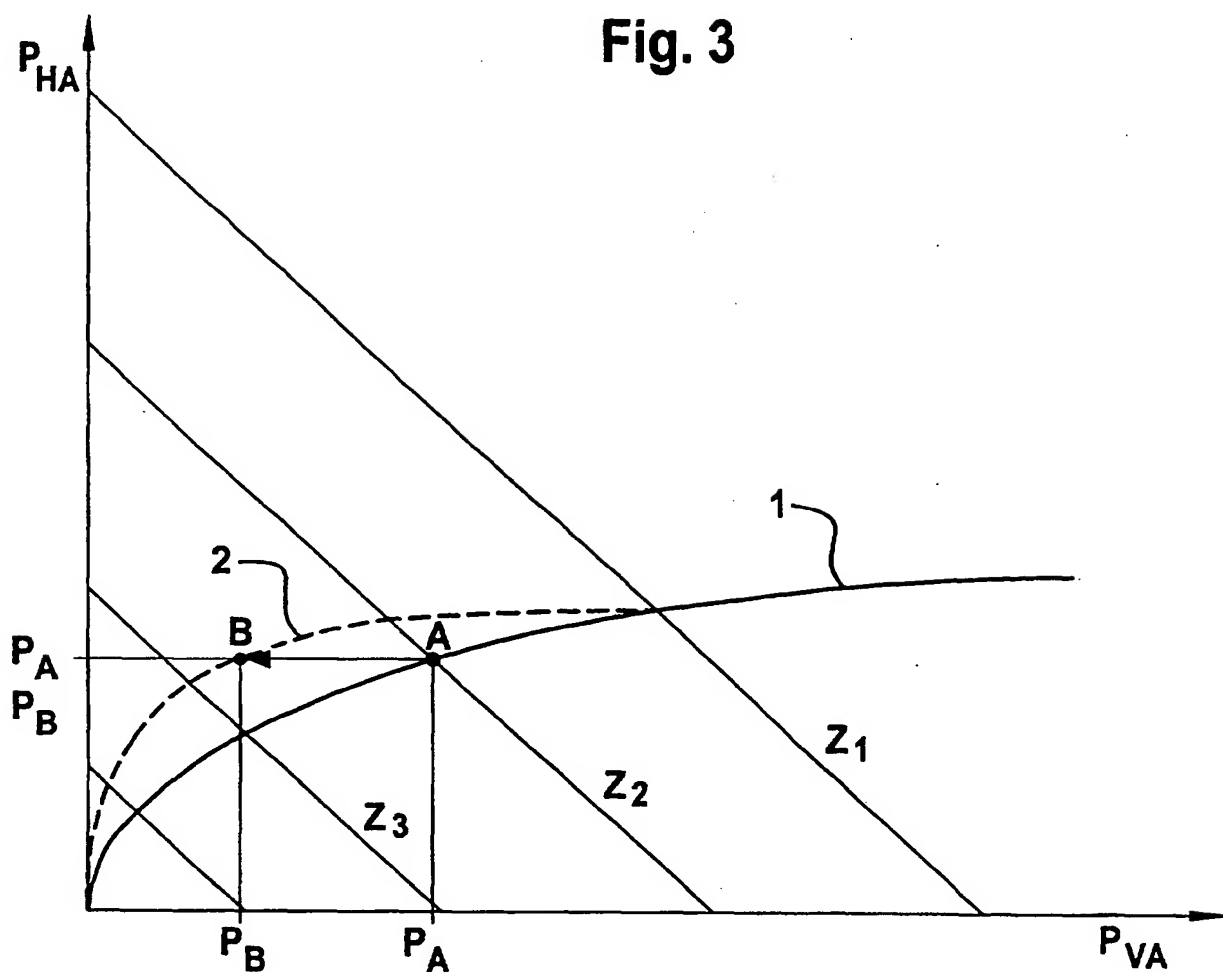
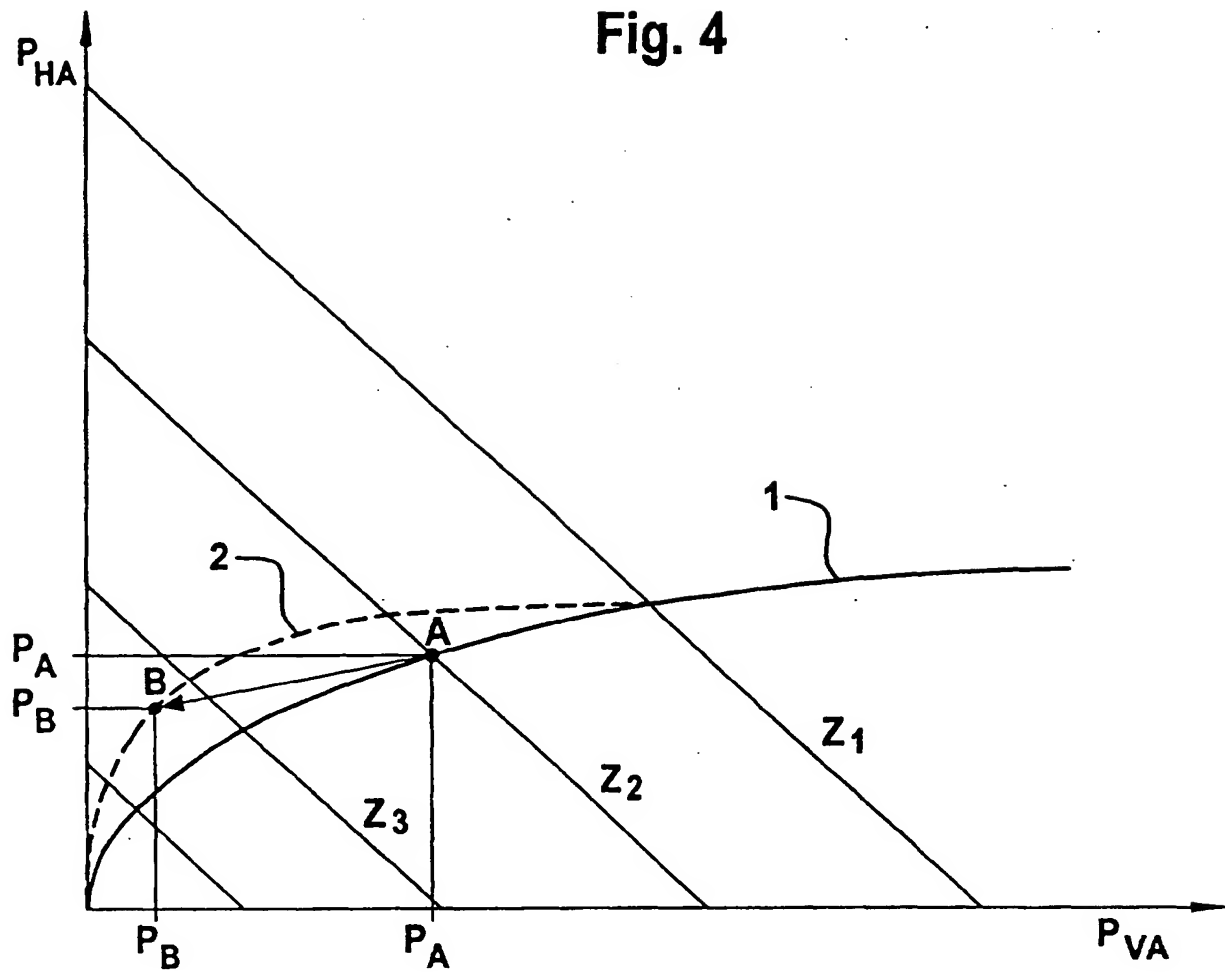


Fig. 4



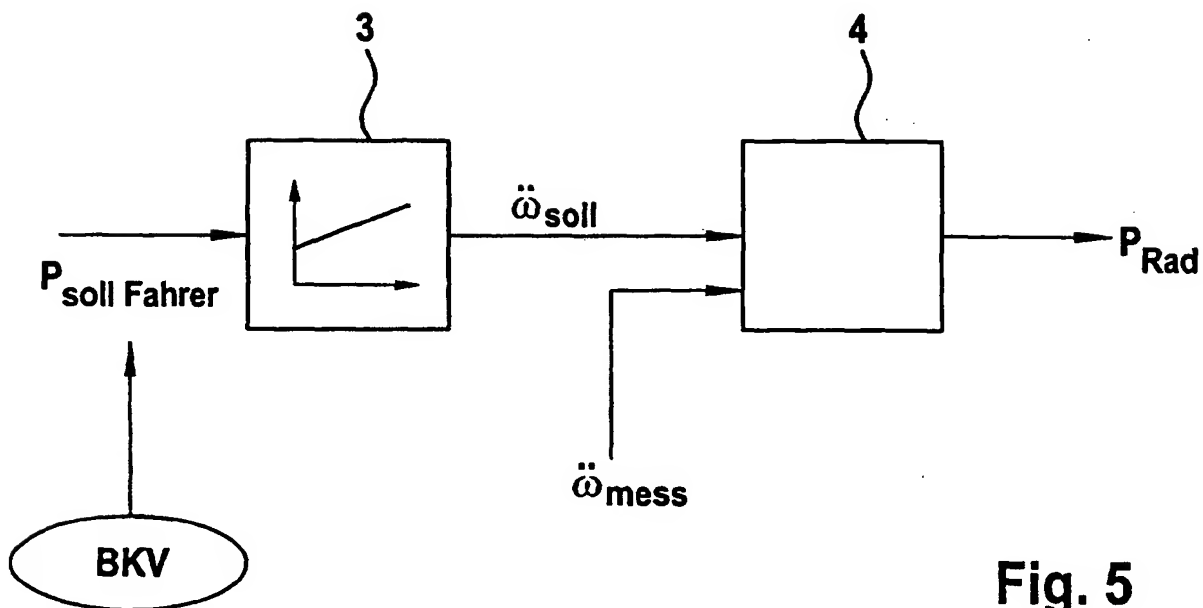


Fig. 5

